

Библиографический список

1. ГОСТ 27.202-83. Надежность в технике. Технологические системы. Методы оценки надежности по параметрам качества изготавливаемой продукции. Введ. 1984-07-01. М.: Изд-во стандартов, 1984. 50 с.
2. Любошиц М.И., Ицкович Г.М. Справочник по сопротивлению материалов. Изд. 2-е исправл. и дополн. Минск: Вышейш. школа, 1969. 464 с.
3. Глебов И.Т. Обработка древесины методом фрезерования: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2007. 192 с.
4. ГОСТ 7315-83. Деревообрабатывающее оборудование. Станки строгальные четырехсторонние. Нормы точности. Введ. 1983-04-28. М.: Изд-во стандартов, 1983. 9 с.

И.Т. Рогожникова, В.Г. Новоселов
УГЛТУ, Екатеринбург, РФ
nauka-les@yandex.ru

**ОБ УЧАСТИИ ЛЕЗВИЙ МНОГОЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА
В ФОРМИРОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ
ДРЕВЕСИНЫ**
(ABOUT PARTICIPATION OF EDGES OF MNOGOLEZVIYNOGO OF THE
TOOL IN SURFACE FORMATION WHEN MILLING WOOD)

Определены условия участия лезвий многолезвийного инструмента в формировании и в резании обработанной поверхности с учетом разницы радиусов резания резцов многозубой фрезы.

Conditions of participation of edges of the mnogolezviyny tool in formation and in cutting of the processed surface taking into account a difference of radiuses of cutting of cutters of a mnogozuby mill are defined.

Качество обработки древесины определяется шероховатостью получаемой поверхности, которая при продольном цилиндрическом фрезеровании формируется совокупностью кинематической волнистости и неровностей разрушения древесины.

В работе Б.М. Буглая [1] рассмотрены вопросы образования кинематической волнистости и влияния радиуса резания резцов на формирование поверхности древесины. При неодинаковых радиусах резания резцы оставляют неодинаковые по длине волны. При определенной разнице радиуса резания отдельные резцы могут не принимать участия в окончательном формировании поверхности. В крайнем случае, поверхность может формироваться только одним, наиболее выступающим резцом. В этом случае минимальная разница радиусов резания, при которой лезвие перестает касаться волны, оставленной наиболее выступающим лезвием, определяется по известной формуле [1]

$$\Delta R = R_1 - \sqrt{R_1^2 + S_n^2 \frac{\omega}{360} \left(\frac{\omega}{360} - 1 \right)}, \quad (1)$$

где R_1 – радиус резания наиболее выступающим лезвием фрезы, мм;

S_n – подача на оборот фрезы, мм;

ω – центральный угол, заключенный между наиболее выступающим резцом и рассматриваемым, град.

Наибольшая допустимая величина разности радиуса резания резцов соответствует центральному углу $\omega = 180^\circ$. При величине подачи на один зуб 0,5 мм, глубине резания 2,5 мм, номинальном (максимальном) радиусе резания 75 мм и количестве лезвий фрезы 2 эта разность составит 0,001667 мм. Если разность радиусов окажется больше, чем определенная по формуле (1), то второй резец не будет участвовать в формировании кинематической волнистости. Однако данный резец может участвовать в процессе резания.

В работах Ф.М. Манжоса [2], В.И. Любченко [3] отмечается, что для уменьшения шероховатости поверхности в общем случае требуется наряду с увеличением скорости резания и числа резцов, еще необходимо соблюдать высокую точность радиуса резания резцов. Утверждается также, что при установке ножей необходимо, чтобы радиус резания лезвий всех ножей в любом сечении ножевого вала отличался не более 0,05-0,1 мм. Увеличение радиуса резания резца приводит к тому, что второй нож будет принимать участие в формировании поверхности, хотя будет срезать слои в толще снимаемого припуска. Критический момент наступит, когда на поверхности будут волны, оставленные только одним резцом.

В работе [4] А.Э. Грубе также утверждает, что для совпадения или максимального приближения траектории движения второго ножа необходимо, чтобы радиус его резания отличался от радиуса резания первого ножа менее чем на 0,008 мм. При этих условиях второй нож оставит след на поверхности обработки. Однако, как утверждает автор, поскольку точность установки ножей в лучших случаях составляет практически 0,05 мм, то второй нож следа на поверхности обработки не оставит, а след будет оставлен одним, наиболее выступающим лезвием.

В связи с этим возникает вопрос: а будут ли в случае невыполнения условия, определенного формулой (1), лезвия с меньшим радиусом участвовать в процессе срезания стружки? Это важно знать, так как процесс резания связан с возникающими силами технологического сопротивления (резания), он определяет механическую прочность и износостойкость инструмента, влияет на шумообразование и вибрацию в деревообрабатывающих станках.

Идеально точное расположение ножей фрезы достигнуть сложно. Существует четыре случая участия резцов многозубой фрезы в формообразовании обрабатываемой поверхности:

- режут и формообразуют все резцы;
- все резцы режут, хотя формообразуют не все резцы;
- некоторые резцы режут, хотя формообразует один резец;
- один резец режет и формообразует.

Первому случаю соответствует условие, определяемое формулой (1).

Рассмотрим схему образования поверхности при продольном цилиндрическом фрезеровании двухзубой фрезой (рис. 1).

Расстояние, которое пройдет ось вращения фрезы за время, соответствующее центральному углу между зубьями, будет равно подаче на зуб S_z .

При глубине резания t траектория, описываемая резцом с радиусом R_2 , коснется поверхности, образованной резцом с радиусом R_1 , в точке его выхода из древесины.

Из рис. 1 следует, что

$$\cos \alpha_1 = \frac{R_1 - t}{R_1}, \quad (2)$$

и

$$\cos \alpha_2 = \frac{R_1 - t}{R_2}. \quad (3)$$

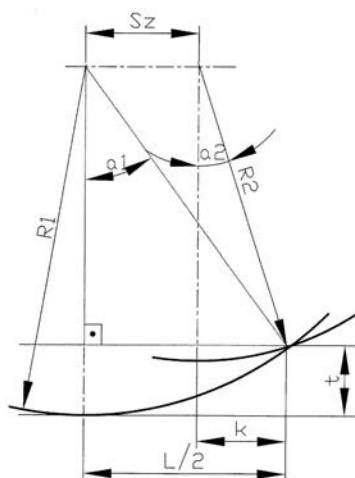


Рис. 1. Схема резания древесины

После ряда преобразований получаем

$$R_2 = R_1 \frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}. \quad (4)$$

Из рис. 1 также следует, что

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{k}{R_1 - t}, \quad (5)$$

где k – разница между полудлиной волны и подачей на зуб S_z .

Тогда

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{k}{R_1 - t} = \frac{L/2 - S_z}{R_1 - t} = \frac{\sqrt{2tR_1} - S_z}{R_1 - t}. \quad (6)$$

Из тригонометрии, при малых значениях положительных углов, имеем

$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_2}}. \quad (7)$$

После всех подстановок получим

$$\Delta R = R_1 \left[1 - \left(1 - \frac{t}{R_1} \right) \sqrt{1 + \left(\frac{\sqrt{2tR_1} - S_z}{R_1 - t} \right)^2} \right]. \quad (8)$$

При номинальном значении радиуса резания 75 мм, подаче на зуб 0,5 мм, глубине срезаемого слоя 2,5 мм минимальная разница радиусов резания, при которой оно осуществляется одним резцом, составит 0,086 мм. При меньшей разнице в работу по срезанию стружки будут вовлечены оба резца.

Объемная диаграмма разности радиусов резания представлена на рис. 2.

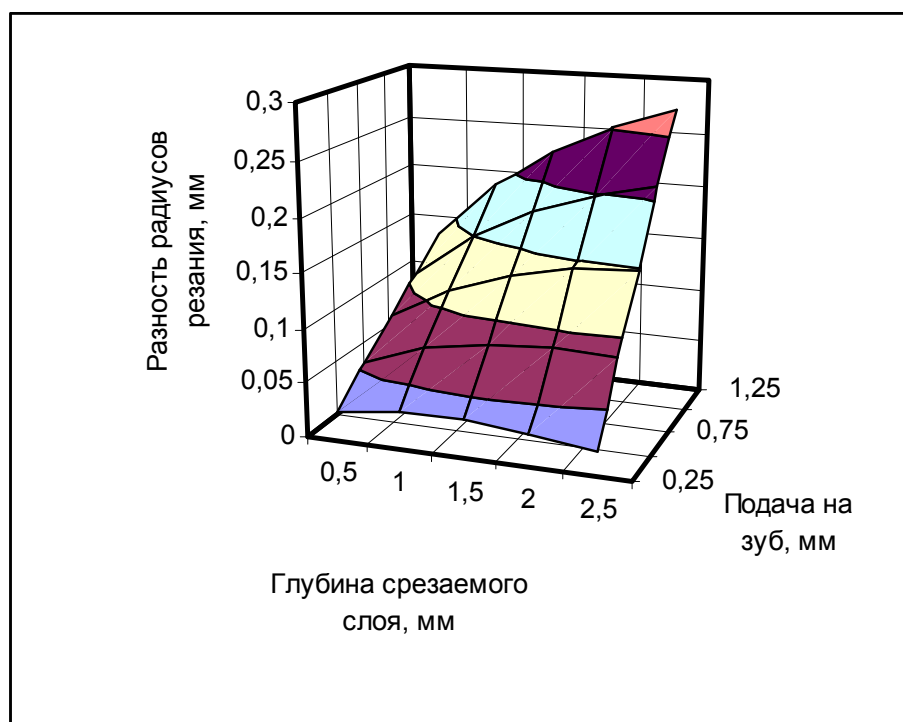


Рис. 2. Объемная диаграмма разности радиусов резания

Таким образом, имеющиеся рекомендации по разнице радиуса резания резцов в пределах 0,05 мм можно признать обоснованными при данных параметрах с точки зрения участия лезвий в работе по превращению снимаемого слоя древесины в стружку. Однако эта разница слишком велика, чтобы второе лезвие оставило след на сформированной поверхности обработки.

В настоящее время на продольно-фрезерных станках используются многозубые ($Z \geq 2$) фрезы. Резание одним резцом в этом случае будет происходить, если за время прохождения всех других резцов ни одна из их траекторий не пересечет образованную им поверхность резания.

Учитывая, что наибольшая допустимая величина разности радиуса резания резцов соответствует центральному углу $\omega = 180^\circ$, с достаточной точностью можно сформулировать следующие условия участия лезвий многолезвийного инструмента в формировании обработанной поверхности древесины:

1. Режут и формуют все резцы, если для каждого резца радиус резания R_i находится в диапазоне

$$R_1 \geq R_i > R_1 - \Delta R, \quad (9)$$

где R_1 – радиус резания наиболее выступающего резца;

ΔR – разница радиусов резания, при которой лезвие перестает касаться волны, оставленной наиболее выступающим лезвием, определяется по формуле (1).

2. Все резцы режут, хотя формуют не все резцы

$$R_1 - \Delta R \geq R_i > R_2, \quad (10)$$

где R_2 – радиус резца, определяемый по формуле (4).

3. Некоторые резцы режут, хотя формует один резец;

$$R_1 - \Delta R > R_i \geq R_2. \quad (11)$$

4. Один резец режет и формообразует

$$R_i < R_2, i \neq 1. \quad (12)$$

Следует отметить, что как в методике Б.М. Буглая [1], так и в предлагаемом расчете система СПИД принята абсолютно жесткой, и не учитываются ее упругие и температурные деформации, безусловно влияющие на кинематику процесса резания и на формирование обработанной поверхности. Этот вопрос требует дальнейшего изучения и учета.

Выводы:

1. Требования к точности совпадения радиусов резания резцов с точки зрения обеспечения участия в формировании поверхности и с точки зрения участия в процессе стружкообразования отличаются более чем на порядок в сторону последних.

2. Принятая на практике точность установки лезвий сборных фрез до 0,05 мм является теоретически обоснованной с точки зрения их участия в процессе стружкообразования.

3. Для более точного определения условий участия лезвий в формировании поверхности и в процессе стружкообразования необходимо дополнительно рассмотреть и учесть деформации системы СПИД.

Библиографический список

1. Буглай Б.М. Исследования и нормализация чистоты поверхности древесины: дис. д-ра техн. наук. М.: МЛТИ, 1957.
2. Манжос Ф.М. Настройка дереворежущих станков. М.: Гослесбумиздат, 1955. 104 с.
3. Любченко В.И. Резание древесины и древесных материалов: учеб. пособие для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1989. 296 с.
4. Грубе А.Э. Дереворежущие инструменты. М.: Лесн. пром-сть, 1971. 344 с.

П.В. Рудак, Д.В. Куис
БГТУ, Минск, РБ
puma.legno@inbox.ru

ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН С ПОКРЫТИЯМИ ПРИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ (TRIBOTECHNICAL TESTING OF THE HARD CUTTING BLADES COATED IN CYLINDRICAL CHIPBOARD MILLING)

В статье приводятся методика и результаты экспериментальных исследований коэффициентов трения, характеризующих процесс обработки ДСтП хвостовыми фрезами, оснащенными ножами с вакуумно-плазменными покрытиями.